

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-155864

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl.

H05B 33/14

H05B 33/22

// G09F 9/30

G09F 9/35

(21)Application number : 11-337273

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 29.11.1999

(72)Inventor : TSUBOYAMA AKIRA  
OKADA SHINJIRO  
MORIYAMA TAKASHI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic electroluminescent element having high light emitting efficiency using liquid crystal with high carrier mobility.

SOLUTION: As hole carrying layer or light emitting layer, a crystal, in which disco-tech columnar phase or smectic phase is exhibited in high temperature area, crystal phase or plastic crystal phase is exhibited in using temperature area, is grown to a film by vaporization or the like and heated up to liquid crystal temperature and cooled to orientate.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-155864

(P2001-155864A)

(43) 公開日 平成13年6月8日 (2001.6.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B 3 K 0 0 7
33/22		33/22	D 5 C 0 9 4
// G 0 9 F 9/30	3 6 5	G 0 9 F 9/30	3 6 5 Z
9/35		9/35	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)			
(21) 出願番号	特願平11-337273	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成11年11月29日 (1999. 11. 29)	(72) 発明者	坪山 明 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(72) 発明者	岡田 伸二郎 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(74) 代理人	100096828 弁理士 渡辺 敬介 (外1名)
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 液晶素子及びこれを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】

【課題】 キャリア移動度の高い液晶材料を用いて、発光効率の高い有機エレクトロルミネッセンス素子を構成する。

【解決手段】 ホール輸送層或いは発光層として、高温領域においてディスコティックカラムナ相或いはスメクチック相を呈し、使用温度範囲においては結晶相或いはプラスチッククリスタル相を呈する液晶を、蒸着等により成膜し、必要に応じて液晶相温度まで加熱、冷却して配向させる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一对の対向する電極間に、少なくとも1層の液晶層を挟持してなり、該液晶が素子の使用温度範囲を超える高温領域において液晶相を呈することを特徴とする液晶素子。

【請求項2】 液晶相がディスコティックカラムナー相である請求項1記載の液晶素子。

【請求項3】 液晶がディスコティックカラムナー相よりも低温領域で結晶相を呈する請求項2記載の液晶素子。

【請求項4】 液晶がディスコティックカラムナー相よりも低温領域でプラスチック結晶相を呈する請求項2記載の液晶素子。

【請求項5】 液晶相がスメクチック相である請求項1記載の液晶素子。

【請求項6】 液晶層に、該液晶が結晶相より低次の相を示す高温領域において配向処理を施した請求項1～5のいずれかに記載の液晶素子。

【請求項7】 請求項1～5のいずれかに記載の液晶素子を用いて構成したことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子デバイスに应用される液晶素子、及び該液晶素子を利用した有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、「有機EL素子」と記す）は、高速応答性や高効率の発光素子として、応用研究が精力的に行われている。その構成は、例えばMacromol. Symp. 125, 1～48 (1997) に記載されている。基本的な構成の断面模式図を図1に示した。図中、1は金属電極、2は発光層、3は透明電極、4は透明基板、5はホール輸送層である。

【0003】図1に示したように、一般に有機EL素子は透明基板4上に、透明電極3と金属電極1の間に単層或いは複数層の有機層を挟持した積層体を構成してなる。図1(a)は有機層が単層の発光層2からなる。透明電極3としては、仕事関数が大きなITO（インジウム・チン・オキサイド）などが用いられ、透明電極3から発光層2への良好なホール注入特性を持たせている。金属電極1としては、アルミニウム、マグネシウム或いはそれらを用いた合金などの仕事関数の小さな金属材料を用い、有機層への良好な電子注入性を持たせる。これら電極の膜厚は50～200nm程度である。また、発光層2には、電荷輸送性と発光特性を有する化合物が用いられる。

【0004】以上の構成を備えた有機EL素子は、整流性を示し、金属電極1を陰極に、透明電極3を陽極に

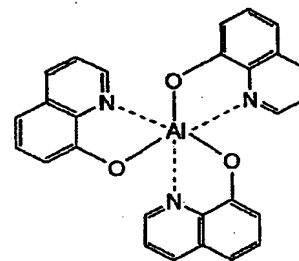
るように電界を印加すると、金属電極1から電子が発光層2に注入され、透明電極3からはホールが注入される。発光層2に注入されたホールと電子は発光層2内で再結合し、励起子が生じて発光する。

【0005】さらに、発光効率が改良されたものとして、図1(b)に示した構成、即ち、ホール輸送層5を透明電極3と発光層2の間に配置したものがある。この積層構成により、発光効率は飛躍的に向上した。

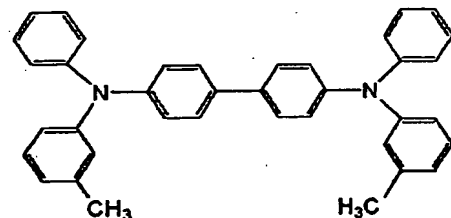
【0006】図1(b)の有機EL素子において、発光層2には、通常、電子輸送性と発光特性を有するアルミキノリノール錯体誘導体〔代表的には、下記に示すAlq (トリス(8-キノラリト)アルミニウム)が挙げられる。〕が用いられる。また、ホール輸送層5には、例えばトリフェニルジアミン誘導体〔代表的には、下記に示すTPD (N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ(3-メチルフェニル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン)が挙げられる。〕などの電子供与性を有する材料が用いられる。

## 【0007】

## 【化1】



Alq



TPD

【0008】上記構成で、発光効率が向上する理由は、ホール輸送層5が電子のブロッキング層の役割を果たし、発光層/ホール輸送層界面の再結合効率が高くなることによるものと考えられている。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】有機EL素子は、100nm前後の薄層に、10MV/cm程度の高電圧を印加するため、電極間ショートを生じ易いという問題がある。この問題は電極間に配置する有機層を多層とすることで多少軽減されるが、生産性を鑑みるといずれにせよ問題がある。10MV/cm程度の電界を印加する理由は、有機層のキャリア移動度が小さいためであり、この

有機層のキャリア移動度を高くすることが、印加電界低減の方策である。現在、一般に有機EL素子で用いられているキャリア輸送層の移動度は $10^{-3} \sim 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ である。またアモルファス材料の限界の可能性もある。

【0010】また、キャリアの電極からの注入性能も発光効率を左右する問題である。界面現象のため、注入性能を定量的に議論することは困難であるが、アモルファス材料を用いた場合のキャリア注入性が発光効率を決めているといわれている。

【0011】そこで、新しいキャリア輸送層、発光層として、キャリア移動度の高い液晶材料が期待されている。その応用分野としては、有機光センサーや有機EL素子、有機太陽電池などが挙げられ、これらに応用すべく、安定した信頼性の高い高効率キャリア輸送を実現することが必須課題となっている。

【0012】さらに、Wendorff等が液晶層をスピニング法により形成し、その上にLB法（ラングミュア・プロジェクト法）により発光層を形成した発光素子を報告しており（Polymer. Adv. Technol. p443（1998））、当該報告中に、EL発光した旨の記載がある。しかしながら、有機EL素子は、水分による劣化の問題が致命的であり、水面上に有機膜を展開するLB法は、有機EL素子の耐久性に大きな問題となる。また、LB法では生産性の問題も大きく、実用的ではない。LB法で形成される膜は構成分子がかなり密に詰まった状態であり、キャリア再結合が仮に効率的に行われたとしても、無放射失活する可能性が高く、高効率発光は期待できない。

【0013】本発明の課題は、安定して高効率キャリア輸送能を有する液晶層を実現し、該液晶層を発光層やキャリア移動層に用いて、発光効率が高く信頼性の高い有機EL素子を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶素子は、一対の対向する電極間に、少なくとも1層の液晶層を挟持してなり、該液晶が素子の使用温度範囲を超える高温領域において液晶相を呈することを特徴とする。

【0015】上記本発明は、液晶相がディスコティックカラムナール相であること、特に、ディスコティックカラムナール相よりも低温領域で結晶相或いはプラスチック相を呈すること、或いは、液晶相がスメクチック相であることを、を好ましい態様として含むものである。また、本発明においては、好ましくは、液晶層に、該液晶が結晶相より低次の相を示す高温領域において配向処理を施したものとす。

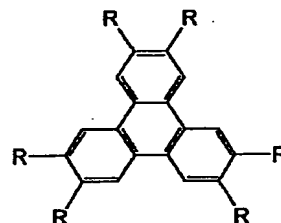
【0016】さらに、本発明は、上記本発明の液晶素子を用いて構成したことを特徴とする有機EL素子を提供するものである。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の液晶素子に用いられる液晶は、本液晶素子の使用温度範囲を超える高温領域において液晶相を呈するものであり、具体的には、キャリア移動度の高い液晶材料として、ディスコティック相や高い秩序度を有するスメクチック相を呈する液晶、即ちディスコティック液晶、スメクチック液晶が挙げられる。

【0018】本発明に用いられるディスコティック液晶材料としては、例えば、下記に示すトリフェニレン系の液晶群が挙げられる（Advanced Materials, 1996, 8, No. 10参照）。下記液晶化合物1～4の側鎖-Rは、 $-\text{OC}_6\text{H}_5$ や、 $-\text{OC}_6\text{H}_{11}$ 、 $-\text{OC}_6\text{H}_9$ のアルコキシ基や、 $-\text{SC}_6\text{H}_{11}$ のチオエーテル基が高キャリア移動度（ $10^{-1} \sim 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ）のホール輸送能を有することが知られている。これらはディスコティックカラムナール相を示し、ディスク状の液晶分子がカラムを形成し、豊富な $\pi$ 電子骨格を有するトリフェニレン基が互いに重なり合う形で配向するため、トリフェニレン基を介して良好なホール輸送能が得られる。

【0019】  
【化2】



液晶化合物1：R= $\text{SC}_6\text{H}_{13}$

液晶化合物2：R= $\text{OC}_4\text{H}_9$

液晶化合物3：R= $\text{OC}_5\text{H}_{11}$

液晶化合物4：R= $\text{OC}_6\text{H}_{13}$

【0020】上記ディスコティック液晶の骨格としては、上記トリフェニレン基の他に、フタロシアニン誘導体、ナフトロシアニン誘導体、トルクセン誘導体、ヘキサベンゾコロネン誘導体、ジベンゾビレン誘導体などが挙げられる。

【0021】上記液晶化合物1～4の相転移温度を以下に示す。

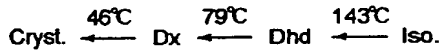
【0022】

【化3】

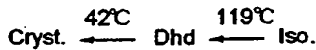
液晶化合物 1 :



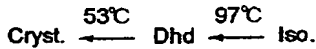
液晶化合物 2 :



液晶化合物 3 :



液晶化合物 4 :



【0023】Cryst. : 結晶相、Iso. : 等方相  
Dhhd : ディスコティック・ヘキサゴナル・ディスオーダー相

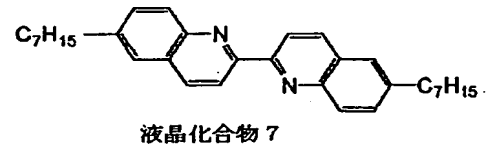
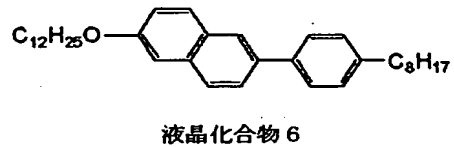
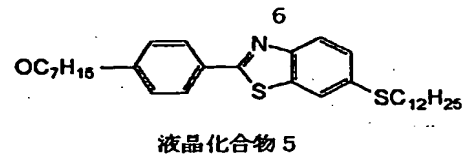
Plastic Crystal : プラスチッククリスタル相

【0024】上記液晶化合物は、高温領域においてディスコティック・ヘキサゴナル・ディスオーダー相を呈し、室温領域においては結晶相またはプラスチッククリスタル相（柔軟性結晶相）を呈する。また、上記液晶化合物4は、冷却過程において53℃で結晶状態に転移するが、その温度より低温にしても液晶の電気特性を保持する場合がある。これは、液晶層厚を薄く（例えば500nm以下）することで可能になる。結晶相になった場合でも、薄膜にしたことによって界面の影響が強くなり、液晶の構造がそのまま保持されるためと考えられる。

【0025】また、本発明に用いられるスメクチック液晶材料としては、例えば、下記に示す液晶化合物5~7が挙げられる（応用物理、第68巻、第1号、p26（1999）参照）。

【0026】

【化4】



【0027】上記液晶化合物5~7の相転移温度を以下に示す。

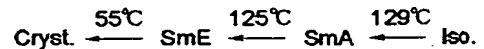
【0028】

【化5】

液晶化合物 5 :



液晶化合物 6 :



液晶化合物 7 :



【0029】SmA : スメクチックA、SmE : スメクチックE

【0030】フェニルベンゾチアゾール誘導体である上記液晶化合物5（スメクチックA相を呈する）はホール輸送能を有し、フェニルナフタレン誘導体である上記液晶化合物6（スメクチックA相及びスメクチックE相を呈し、スメクチックE相がより高移動度を示す）はホール・電子の両極性輸送材料である。上記液晶化合物5~7はいずれも高温領域でスメクチック相を呈し、その下の温度領域では結晶相である。

【0031】ここに挙げた骨格以外の液晶化合物でも、棒状骨格を有し、液晶素子の使用温度範囲を超える高温領域でスメクチック相を呈するものであれば本発明に用いることができる。

【0032】これら液晶材料は、高移動度を示すだけでなく、高接合効率が期待できる。即ち、一般に、 $\pi$ 電子骨格は金属や透明電極との界面に平行に配向するため、上記液晶材料を用いて配向させると、 $\pi$ 電子が豊富な骨格が電極に平行に自己配向するため、注入効率が向上す

る。電極上に平行に配向するのは、液晶特有の自己組織性に由来するものである。

【0033】本発明の液晶素子は、上記液晶材料を蒸着等により成膜することによって液晶層を電極間に挟持してなり、必要に応じて、該液晶層が液晶相を呈する温度まで加熱、冷却し、配向させる処理を施し、高いキャリア移動度を示す液晶素子が得られる。

【0034】本発明の液晶素子は、図1に示した構成の有機EL素子に好ましく適用され、液晶層は当該有機EL素子においてキャリア輸送能に優れた発光層或いはホール輸送層として用いられる。また、図3に示したように、一対の基板4、6間に挟持することもできる。図3中、6は基板であり、図1と同じ部材には同じ符号を付した。図3の構成では、液晶を高温にして、流動性の高い相（液体相、ネマチック相、ディスコティック相、ディスコティック相など）で注入することが可能である。

【0035】いずれの構成においても、上記液晶素子と同様に、必要に応じて、液晶層が液晶相を呈する温度まで素子を加熱して冷却し、液晶を配向させる処理を施す。

【0036】本発明の液晶素子、或いは有機EL素子においては、該素子の使用温度範囲を超える高温領域で液晶相を示す液晶層を用いており、該液晶層は使用温度範囲においては、結晶相やプラスチッククリスタル相を呈している。

【0037】本発明の液晶素子や有機EL素子に、高温の液晶相において電界を印加すると電極間ショートが発生しやすい。これは、液晶相の流動性に起因すると考えられる。電極間に挟まれた有機物はコンデンサに相当し、電極間に高電界が印加されると電極間には引き合う力が働くため、液晶状態では液晶の流動性により機械的強度が小さいため、このような電極間引力によって電極間でショートが発生しやすくなる。本発明では、素子の使用温度範囲では液晶層が液晶相を呈していないため、液晶の流動性が小さく、電極間ショートが抑制されると考えられる。

【0038】本発明において、例えば、前記液晶化合物1をホール輸送層に用いて図1(b)に示した構成の有機EL素子を構成した場合、後述する実施例2に示されるように、50℃と70℃でそれぞれ電圧-電流(V-I)特性を測定すると、50℃の方が70℃よりも5倍程度電流値が大きいく。その理由は、液晶化合物1は降温時に68℃でDhd相からより秩序度の高い相（プラスチッククリスタル相）へ相転移を行なう。この時にDhd相での配向秩序を保たせることにより、液晶層中の欠陥が少なく、移動度の高い高次相の配向を実現できたためと考えられる。

【0039】また、同様に、液晶化合物4を用いて有機EL素子を構成した場合、後述する実施例1で示されるように、45℃と70℃でVI特性を測定するとほぼ同

様の値が得られる。これは、液晶化合物4が53℃で液晶相から結晶相へ相転移するものの、液晶層が薄膜であることで、液晶相の配向構造がほぼ保持され、液晶相の電気特性が保持されるためと考えられる。

【0040】即ち、液晶相を高温側に持つことで、その低温側の相が液晶相でない場合でも液晶相に準じた構造を有することで、高いキャリア移動度を有するものと考えられる。また、上記したように、使用温度範囲では液晶相でないことで機械的強度が向上し、電極間ショートが防止される。

【0041】

【実施例】（実施例1）厚さ1.1mmのガラス基板上に、透明電極として厚さ50nmのITO膜をスパッタリング法により形成し、紫外線照射による表面洗浄を行った。

【0042】上記ITO電極上に、ホール輸送層として、前記液晶化合物4を真空蒸着法により形成した。真空蒸着機内の圧力は約 $1.3 \times 10^{-3}$  Paであり、液晶化合物4を加熱することにより、0.1nm/sの蒸着速度で厚さ50nmに成膜した。

【0043】さらに、上記ホール輸送層と同様の条件で、発光層としてアルミニウムノール錯体(Alq)を50nmの厚さに成膜し、安定なアモルファス状態の蒸着膜を得た。

【0044】次いで、金属電極としてAlLi合金(Li含有量:1.8重量%)を厚さ10nmに、さらにAlを厚さ150nmに成膜した。電極材料を2層にする理由は、仕事関数の低いAlLi合金は高電子注入が実現できるが、一方で外気などに接すると反応性が高く、安定性が悪いいため、Al電極を積層して保護するためである。

【0045】得られた有機EL素子のVI特性の温度依存性を測定した。液晶化合物4はDhd相（ディスコティック・ヘキサゴナル・ディスオーダー相）を示す。VI特性の比較実験を行うと、液晶層が液晶相の70℃と結晶相の45℃ではほぼ同様のVI特性曲線が得られた。しかしながら、70℃では電極間ショートが頻発し、発光光量も時間に応じて劣化した。一方で、45℃に保持した場合には、安定した発光とVI特性が得られた。

【0046】（実施例2）液晶化合物4に代えて液晶化合物1を用いてホール輸送層を形成する以外は実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。

【0047】得られた有機EL素子について、液晶相温度である70℃とプラスチッククリスタル相温度である50℃でVI特性と発光特性を調べた。その結果、50℃の方が5倍程度電流値が大きく、発光強度も約5倍高かった（図3参照）。また、70℃で電圧を印加した場合、電極間ショートが多発したが、50℃では安定した発光とVI特性が得られた。

【0048】（実施例3）本実施例では、図1(b)の

素子の発光層と金属電極の間に電子輸送層を配置した構成の有機EL素子を作製した。電子輸送層には液晶化合物6を用いた。

【0049】実施例1と同様にガラス基板上に形成した透明電極上に、前記TPDを厚さ50nmに形成し、さらに発光層であるAlqを厚さ50nmに真空蒸着法により形成した。その後、液晶化合物6を厚さ50nmに形成し、実施例1と同様にAlLi/Al電極を形成した。真空蒸着条件は実施例1と同様である。

【0050】液晶化合物6は液晶相を示す温度が55℃～129℃であり、60℃にすると高電流値が確認された。しかしながら、当該温度で駆動すると電極間ショートが発生した。40℃においてはショートが発生せず、安定したVI特性が得られた。

【0051】(実施例4)本実施例では、図2に示した構成の有機EL素子を作製した。

【0052】実施例1と同様にガラス基板上に透明電極を形成した。また、もう1枚のガラス基板上に実施例1と同様の条件でAlLi/Al電極と次いでAlq膜を形成した。これら2枚の基板を粒径が1.0μmのシリカスパーサーを挟み込んでUV硬化型接着剤で貼り合わせた。シリカスパーサーは、透明電極側にイソプロピルアルコールに分散させて、200個/mm<sup>2</sup>の密度で散布した。貼り合わせた基板間に前記液晶化合物4を真空減圧下にて等方相になる100℃まで昇温して注入した。

【0053】得られた有機EL素子のVI特性を測定したところ、70℃と45℃で同程度のVI特性と発光特性が得られた。しかしながら、70℃では電極間ショートが比較的多く発生し、また、70℃の方が経時的な発光劣化が比較的大きかった。液晶層が結晶相を呈する45℃ではショートが発生せず、安定した発光が得られた。

【0054】(実施例5)厚さ1.1mmのガラス基板上に、透明電極として厚さ50nmのITO膜をスパッタリング法により形成し、低圧水銀灯紫外線照射による表面洗浄を行った。

【0055】上記ITO電極上に、ホール輸送層として、前記液晶化合物3を真空蒸着法により形成した。真\*

印加電圧	8V/100nm	10V/100nm	12V/100nm	14V/100nm
初期状態(30℃)での電流密度(mA/cm <sup>2</sup> )	0	1	2.5	9
70℃3分間放置後の電流密度(mA/cm <sup>2</sup> )	1	3	10	28

【0061】電流値と発光強度はおおよそ比例関係にあり、電流が向上したことはEL発光特性が向上したことを示している。このように、有機EL素子の液晶層を液晶相を経由して結晶相に持って行くことで、結晶相での電流特性を大幅に改善できることがわかった。

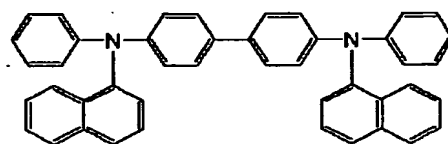
【0062】(実施例6)実施例3と同様に、電子輸送

\* 真空蒸着機内の圧力は約 $1.3 \times 10^{-3}$  Paであり、液晶化合物3を加熱することにより、0.1nm/sの蒸着速度で厚さ20nmに成膜した。その上に、下記式で示されるαNPD(ビス〔N-(1-ナフチル)-N-フェニル〕ベンジジン)を厚さ50nmに真空蒸着法により成膜した。

【0056】

【化6】

αNPD



【0057】さらに、上記ホール輸送層と同様の条件で、発光層としてAlqを50nmの厚さに成膜し、安定なアモルファス状態の蒸着膜を得た。次いで、実施例1と同様にAlLi/Al金属電極を形成した。

【0058】得られた有機EL素子のVI特性の温度依存性を調べた。その結果、液晶層を液晶相とする前の初期状態(30℃)においても発光が確認された。この場合、液晶化合物3は真空蒸着法によりアモルファス状態で膜形成されており、アモルファス状態の電気特性に対応したVI特性が得られていると考えられ、この状態でも液晶層はホール輸送能があることが示された。

【0059】液晶化合物3は65.5℃以上でDhd相を示し、液晶相を示す温度範囲が昇温過程で65.5℃～120.8℃である。本実施例の有機EL素子を70℃に3分間昇温放置した後30℃に冷却し、再度VI特性を測定すると電流値が飛躍的に向上し、緑色のEL発光が確認された。これは、素子を液晶相温度に加熱することで、液晶層の分子配列構造がDhd相で電極面に平行に配向し、この配向構造が低温でも維持されている部分があるために、電極からのホール注入も含めて液晶層のホール輸送能が向上したためと考えられる。初期の電流値と高温配向後の電流値を表1に示す。

【0060】

【表1】

層を有する有機EL素子を作製した。電子輸送層には液晶化合物7を用いた。

【0063】実施例1と同様にガラス基板上に形成した透明電極上に、ホール輸送層としてαNPDを厚さ50nmで真空蒸着法により形成した。真空蒸着機内の圧力は約 $1.3 \times 10^{-3}$  Paであり、αNPDを加熱するこ

とにより0.1nm/sの蒸着速度で膜形成した。

【0064】さらに、発光層として、上記ホール輸送層と同じ条件でAlqのアモルファス蒸着膜を50nmの膜厚で形成した。さらにその上に、電子輸送層として、液晶化合物7を上記ホール輸送層と同じ条件で真空蒸着法により膜厚20nmに形成した。その後、実施例1と同様にAlLi/Al電極を形成した。

【0065】得られた有機EL素子の発光特性を調べたところ、本素子を液晶層が液晶相となる温度にする前の初期状態(30℃)において、Alqからの緑色のEL発光が確認できた(8V/100nmで2800cd/m<sup>2</sup>)。本素子では、液晶化合物7が真空蒸着法によりアモルファス状態で膜形成されているが、蒸着時の温度が高いことから、30℃では過冷却液晶状態を示していると考えられる。

【0066】液晶化合物7は81.6℃でスメクチック相を示し、昇温過程では81.6℃~131.7℃で液晶相を示す。本素子を70℃に二週間放置したところ、液晶の配向が過冷却液晶状態から、結晶状態に移し、輝度が約2倍に向上した。これは、液晶相温度において液晶分子が配向し、この配向構造が結晶相でも維持されているために、結晶相での欠陥の形成が抑えられ、電極からの電子注入が液晶相の注入改善特性を維持し、移動度が結晶性の影響を受けて増加したためと考えられる。

表2に放置前後の輝度データを示す。

【0067】

【表2】

\*

印加電圧	8V/100nm	10V/100nm
初期状態(30℃)での輝度(cd/m <sup>2</sup> )	2800	6000
70℃2週間放置後の輝度(cd/cm <sup>2</sup> )	7280	10800

【0068】上記のように、有機EL素子を液晶相を経由して結晶相に持って行くことにより、結晶相での電流特性を大幅に改善できることがわかった。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、液晶の高いキャリア移動度を利用した高効率の液晶素子が提供され、該液晶素子を用いて、高い発光効率を安定して得られる有機EL素子が構成される。

【図面の簡単な説明】

【図1】有機EL素子の基本構成を示す断面模式図である。

【図2】有機EL素子の他の構成を示す断面模式図である。

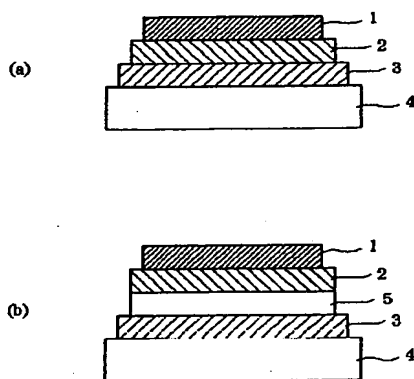
【図3】本発明の実施例2のVI特性の温度依存性を示す図である。

【符号の説明】

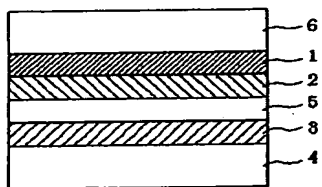
- 1 金属電極
- 2 発光層
- 3 透明電極
- 4 透明基板
- 5 ホール輸送層
- 6 基板

\*

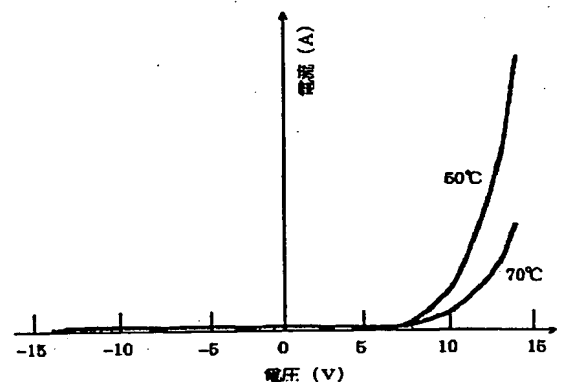
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 森山 孝志  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB03 AB05 CA01 CB01 CB03  
DA00 DB03 EB00 FA01 FA03  
5C094 AA21 AA31 AA60 BA27 BA43  
EA05 EB02 FB01